

DE 199 23 555

The drilling device has a drill drive (3), for rotation of a drill rod (4) in both directions and a radially adjustable steering head (5) incorporated in the drill rod, for rotation through a defined angle, limited by a stop pin. An Independent claim for a directional borehole drilling method is also included.



19 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENT- UND  
MARKENAMT

12 Patentschrift  
10 DE 199 23 555 C 1

51 Int. Cl. 7:  
E 21 B 7/06  
E 21 B 7/20

21 Aktenzeichen: 199 23 555.4-24  
22 Anmeldetag: 21. 5. 1999  
43 Offenlegungstag: -  
45 Veröffentlichungstag  
der Patenterteilung: 2. 11. 2000

DE 199 23 555 C 1

Innerhalb von 3 Monaten nach Veröffentlichung der Erteilung kann Einspruch erhoben werden

73 Patentinhaber:  
Tracto-Technik Paul Schmidt Spezialmaschinen,  
57368 Lennestadt, DE

74 Vertreter:  
König · Palgen · Schumacher · Kluin, 40239  
Düsseldorf

72 Erfinder:  
Hesse, Alfons, Dipl.-Ing., 57368 Lennestadt, DE;  
Püttmann, Franz-Josef, 57368 Lennestadt, DE

56 Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht  
gezogene Druckschriften:

DE 197 31 517 C1  
DE 41 04 992 C2  
DE 29 11 419 C2  
US 49 57 173  
EP 02 47 767 A1

54 Vorrichtung und Verfahren zum Richtungsbohren

57 Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung und ein Verfahren zum Richtungsbohren im Erdreich mit einem außerhalb des Erdreichs, beispielsweise in einer Baugrube angeordneten Drehantrieb für ein um seine Längsachse in beiden Richtungen drehbares Bohrgestänge aus drehfest miteinander verbundenen Abschnitten und einem am freien Ende des Gestänges begrenzt drehbar und radial verstellbar gelagerten Lenkkopf. Eine solche Vorrichtung eignet sich zum Geradeausbohren, wenn das Gestänge mit dem Drehantrieb gekuppelt ist und in einer Richtung rotiert. Zum Bohren in einer anderen Richtung, beispielsweise zum Kurvenbohren wird der Drehantrieb abgeschaltet, sodann das Gestänge um einen bestimmten Winkel in der Gegenrichtung gedreht und der Lenkkopf dabei in die Ausgangsposition für die Richtungsänderung gebracht und im Vorschubbetrieb gegebenenfalls mit einem separat angetriebenen Abbauwerkzeug am Lenkkopf vorwärts bewegt.

DE 199 23 555 C 1

## Beschreibung

Die Erfindung bezieht sich auf eine Vorrichtung und ein Verfahren zum Richtungsbohren im Erdreich mit Hilfe eines angetriebenen Bohrgestänges und eines am Gestänge angeordneten Lenkkopfes bzw. eines Bohrkopfes mit Lenkelementen.

Derartige Bohrvorrichtungen bestehen aus einem drehend und/oder schlagend angetriebenen Bohrgestänge mit einem Bohrkopf sehr unterschiedlicher Gestaltung. Das Bohrgestänge ist üblicherweise auf einem schienengeführten, mit einem Linearantrieb verbundenen Schlitten gelagert und besitzt einen Dreh- oder einen Dreh- und Schlagantrieb, mit dem sich das Gestänge in Rotation versetzen und gegebenenfalls auch schlagend in das Erdreich eintreiben läßt.

Um ein Richtungsbohren zu ermöglichen, besitzen solche Vorrichtungen eine Exzentrizität, die eine Kurvenfahrt bewirkt, sich beim Geradeausbohren aber überwinden läßt. Dies geschieht in der Weise, daß der die Exzentrizität aufweisende Bohrkopf während des Geradeausbohrens mit gleichbleibender Winkelgeschwindigkeit rotiert, wobei die Wirkung der Exzentrizität verlorengeht. Beim Übergang zum Kurvenbohren wird der die Exzentrizität aufweisende Bohrkopf in einer bestimmten Winkelstellung für eine gewisse Zeit stillgesetzt und verbleibt in dieser Winkelstellung solange, bis die Kurvenbahn vollendet ist oder solange, wie die vorgegebene Kurvenbahn eingehalten wird. Verläßt der Bohrkopf die vorgesehene Bahnkurve, ist eine Korrektur der Winkelstellung erforderlich, bis die Bahnkurve wieder erreicht ist und der Bohrkopf wieder auf die Bahnkurve eingestellt werden muß. Auf diese Weise muß der Bohrkopf im Verlauf einer (längeren) Kurvenbahn im allgemeinen mehrfach bezüglich seiner Winkelstellung positioniert werden. Es sind daher stets mehrere Verstell Schritte des während einer Kurvenfahrt ansonsten nicht rotierenden Gestänges erforderlich.

Die jeweilige Winkelstellung der Exzentrizität hängt von der Krümmungsrichtung der zu erstellenden Erdbohrung ab, jedoch befindet sich die Exzentrizität stets auf der Innenseite der Kurvenbahn, wo sie gleichsam die Wirkung eines Drehpunktes entfaltet, während die ihr gegenüberliegende Seite beim Vortreiben des Gestänges bzw. des Bohrkopfes durch Schieben und/oder Schlagen – ohne Rotation – als sich im Erdreich wie an einer Leitplanke entlanggleitende Schulter oder Gleitschuh wirkt. Das vor dem Bohrkopf befindliche Erdreich wird während des rotationsfreien Kurvenbohrens vom Bohrkopf seitlich verdrängt und/oder mit Hilfe eines scharfen Flüssigkeitsstrahls mehr oder minder abgebaut.

Die europäische Offenlegungsschrift EP 0 247 767 A1 beschreibt einen solchen mit einem Dreh/Schub-Gestänge verbundenen Bohrkopf mit einer Schrägfläche, der ein Geradeausbohren erlaubt, solange der Bohrkopf gleichmäßig rotiert, und ohne Rotation ein Kurvenbohren durch seitliches Verdrängen des vor dem Bohrkopf befindlichen Erdreichs. In dicht gepackten oder felsigen Böden ist jedoch ein Verdrängen kaum bzw. nicht möglich; dies gilt selbst dann, wenn auf das Gestänge bzw. dem Bohrkopf Rammschläge ausgeübt werden. In weichen Böden führt hingegen die Verwendung einer am Bohrkopf austretenden Spülflüssigkeit oder auch Erdreich abbauender Flüssigkeitsstrahlen zu Schwierigkeiten wegen der damit verbundenen Auflockerung des Erdreichs im Bereich des Bohrkopfes, durch welche die vorerwähnte Leitplattenwirkung verlorengeht. Die Folge davon ist eine ungewollte Richtungsabweichung des Bohrkopfes, die sich infolge der verhältnismäßig großen Steifheit des Gestänges noch verstärkt.

Ein weiterer Nachteil der Bohrgeräte mit einem Schrägflächenkopf besteht darin, daß die Asymmetrie des Lenk-

kopfs insbesondere bei verhältnismäßig geringer Vorschub- und/oder Rotationsgeschwindigkeit beim Geradeausbohren zu einem sogenannten Korkenziehereffekt führt, d. h. der Lenkkopf bewegt sich nicht geradeaus, sondern schraubenförmig voran.

Ein weiterer Nachteil ergibt sich, weil sich derartige Lenkköpfe mit einer schräg zur Gestängeachse verlaufenden Lenkfläche nämlich im wesentlichen nur für leichte Böden eignen. In festen Böden, Felsböden und bei Bodenhindernissen ergeben sich Schwierigkeiten, weil der Schrägflächenkopf beim Geradeausbohren mit rotierendem Gestänge infolge der sich passiv verhaltenden Lenk- bzw. Schrägfläche nur eine geringe Abbauarbeit leistet und die Vortriebsgeschwindigkeit daher verhältnismäßig gering ist. Die Vortriebsgeschwindigkeit verringert sich beim Kurvenbohren noch mehr, weil dies ohne Gestängerotation im reinen Vorschubtrieb geschieht und der Lenkkopf dann nur Verdrängungsarbeit leistet.

Versuche, Bohrgestänge mit einem seitlich verstellbaren Lenkkopf zu versehen, sind in der Vergangenheit zumeist wegen des erheblichen konstruktiven Aufwandes und der schwierigen Handhabung gescheitert. Dies gilt beispielsweise für ein aus der US-Patentschrift US 4 957 173 bekanntes Bohrgerät, dessen Gestängekopf mit Hilfe einer von einem mit Bohrflüssigkeit beaufschlagten Kolben betätigten Schubstange eine Winkelstellung abgebogen wird, die beim Verstellen durch einen Gestängeschlitz teilweise nach außen tritt. Es ist offensichtlich, daß ein mit einem offenen Längsschlitz versehenes Bohrgestänge im Erdreich Schwierigkeiten führt. Des weiteren beschreibt die deutsche Patentschrift DE 29 11 419 C2 Bohrgeräte mit zwei konzentrischen Gestänge, bei denen das zweite Gestänge zum Verstellen des Bohrkopfes erforderlich ist. Solche Gestänge sind aufwendig und erfordern einen separaten Antrieb für das innere Gestänge.

Bei längeren Bohrungen besteht das Gestänge aus mehreren Abschnitten, die entsprechend dem Bohrfortschritt nach und nach miteinander verbunden werden. Diese Abschnitte besitzen eine begrenzte Länge und sind insbesondere dann sehr kurz, wenn das Bohren von einer Baugrube oder einem engen Kanalschacht, beispielsweise mit einem Durchmesser von unter 1 m, aus geschieht. Aber auch beim Bohren von der Erdoberfläche aus ist die Länge der Gestängeabschnitte schon aus Gründen des Transports, der Lagerung und der Handhabung begrenzt. Der geringen Länge entsprechend viele Gestängeabschnitte müssen dann nach und nach miteinander verbunden werden. Dies geschieht üblicherweise durch Verschrauben. Damit sind eine Reihe von Nachteilen verbunden. Zum einen dauert das Verschrauben verhältnismäßig lang und erfordert saubere Gewinde, die bei Erdarbeiten bzw. auf einer Baustelle nur selten gegeben sind. Zum anderen erlauben Gestänge mit Gewindeverbindungen zwischen den Gestängeabschnitten eine Gestängerotation nur in einer Richtung, d. h. mit einer Rechtsdrehung, weil sich bei einer Gestängedrehung gegen den Uhrzeigersinn die Schraubverbindungen lösen würden, da das Erdreich zumindest den Bohrkopf drehfest festhält.

Der Erfindung liegt daher das Problem zugrunde, eine Bohrvorrichtung mit einem drehbaren Gestänge zu schaffen, die ein Richtungsbohren ohne die Verwendung eines Werkzeugs mit einer Schräg- bzw. Lenkfläche erlaubt und ein einfaches Umschalten von Geradeausbohren auf Kurvenbohren erlaubt.

Die Lösung der Aufgabe basiert auf dem Gedanken, dem Bohrgestänge eine doppelte Funktion zu verleihen, und zwar als herkömmliches, sich drehendes Bohrgestänge einerseits und als Schaltgestänge zum Einleiten eines Kurvenbohrens andererseits. Im einzelnen besteht die Erfindung in

einer Bohrvorrichtung mit einem außerhalb des Erdreichs angeordneten Drehantrieb, einem um seine Längsachse in beiden Richtungen drehbaren Gestänge und einem gegenüber dem Gestänge um einen Umsteuerwinkel begrenzt drehbar gelagerten, radial verstellbaren Lenkkopf. Unter den Begriff Lenkkopf im Sinne des Patents fallen auch solche Bohrköpfe, die sich selbst nicht radial verlagern lassen, die jedoch mit radial bzw. seitlich ausfahrbaren Lenkelementen versehen sind. Diese Lenkelemente in dem begrenzt drehbaren Lenkkopf stehen dann jedoch in Wirkverbindung mit dem Gestänge. In jedem Falle arbeitet die erfindungsgemäße Vorrichtung im Gegensatz zu bekannten Gestängesteuerungen mit einer Ein-Gestänge-Steuerung.

Die Drehbegrenzung des vorzugsweise Erdreich abbaubaren Lenkkopfs kann aus einem mit dem Lenkkopf fest verbundenen Mitnehmerstift bestehen, der in einem kreisbogenförmigen Schlitz eines Gestängekopfs eingreift oder umgekehrt. Das Gestänge besteht vorzugsweise aus mehreren drehfest miteinander verbundenen Abschnitten, die zum raschen Kuppeln vorzugsweise über eine Steckverbindung miteinander verbunden sind und mit Ausnehmungen und/oder Vorsprüngen versehen sein können, an denen ein Schub- und/oder Zugantrieb angreift.

Vorzugsweise handelt es sich um eine formschlüssige Steckverbindung, bei der ein Kupplungskopf am Ende eines Gestängeabschnitts mit zwei Nasen zwei Querriegel am Ende eines anderen Gestängeabschnitts untergreift und gleichzeitig einen der Querriegel U-förmig übergreift. Die Gestängeabschnitte können auch am einen Ende einen axialen Ansatz und einen seitlichen Vorsprung sowie am anderen Ende eine Einstecköffnung und eine Ausnehmung für den axialen Ansatz sowie eine Bohrung oder eine Ausnehmung für den seitlichen Vorsprung besitzen.

Der seitliche Vorsprung kann mit seitlichen Führungsflächen versehen sein und sich in einer sich quer zur Längsmittelachse erstreckenden Nut am Ende eines benachbarten Gestängeabschnitts bis in eine Lagerbohrung einschieben lassen. Der Ansatz kann jedoch auch als axialer Dorn ausgebildet sein und in die Bohrung eines Querbolzens am Ende eines benachbarten Gestängeabschnitts eingreifen, der in Gelenkbohrungen quer zur Längsmittelachse der Ausnehmung des benachbarten Gestängeabschnitts drehbar gelagert ist.

Diese Art von Streckverbindungen erlaubt bei zwei winklig zueinander angeordneten Gestängeabschnitten, den Kupplungskopf oder den axialen Ansatz des einen Gestängeabschnitts in die Einstecköffnung am Ende des anderen Gestängeabschnitts einzuführen und die beiden Gestängeabschnitte nach einem Verschnen in einer koaxialen bzw. gestreckten Lage miteinander zu verriegeln.

Der Lenkkopf kann kegelförmig ausgebildet und in zwei Exzenterringen gelagert sein, mit deren Hilfe sich der vom Erdreich festgehaltene Lenkkopf seitlich in bezug auf die Längsachse des Gestängekopfs verlagern läßt. Die Verstellxenter bestehen vorzugsweise aus zwei koaxialen, mit Hilfe des Gestänges gegeneinander verdrehbaren Exzenterringen. Vorteilhafter ist es jedoch, wenn der Lenkkopf als Abbauwerkzeug ausgebildet ist oder mit Abbauwerkzeugen versehen ist. Hierfür eignen sich an sich fast alle herkömmlichen mechanisch abbaubaren Bohrköpfe.

Eine andere Anordnung des Lenkkopfes besteht darin, daß dessen Längsachse und die Längsachse des mit dem Gestänge drehfest verbundenen Gestängekopfs beim Geradeausbohren zusammenfallen und beim Kurvenbohren winklig zueinander verlaufen. Das ist möglich, wenn die Berührungsebene zwischen Lenkkopf und Gestängekopf schräg zur Gestängekopflängsachse verläuft.

Der Lenkkopf kann auch mit einem Zapfen exzentrisch im Gestängekopf gelagert sein und durch ein Verdrehen des

Gestänges mit dem Gestängekopf um einen bestimmten Winkel in die Lenkposition gebracht werden. Um die Relativbewegung zwischen dem Gestänge bzw. dem Gestängekopf und dem Lenkkopf zu begrenzen und damit den Umsteuerwinkel festzulegen, können der Lenkkopf und der Gestängekopf im Bereich ihrer Berührungsflächen mit zwei Verdrehanschlägen versehen sein. Dabei kann ein Mitnehmerzapfen des Lenkkopfes in einen kreisbogenförmigen Schlitz des Gestängekopfs eingreifen oder umgekehrt. In den beiden Endstellungen des Mitnehmerzapfens in dem kreisbogenförmigen Schlitz sind der Lenkkopf und der Gestängekopf vorzugsweise miteinander verrastet.

Um den Lenkkopf beim Verdrehen des Gestängekopfs im Erdreich besser als nur mit Hilfe der Erdreichreibung zu fixieren, kann der Lenkkopf mit einer die Erdreichreibung erhöhenden Oberfläche, beispielsweise mit Rippen und/oder Rillen versehen sein. Solche Rippen und Rillen eignen sich auch vorteilhaft zum Abfördern des abgebauten Erdreichs.

Die Vorrichtung kann auch mit einem aktiven Lenkelement aus einem Gestängekopf und einem drehbaren Werkzeug mit winklig zum Gestängekopf verlaufender oder seitlich versetzter Drehachse und einem im Gestängekopf angeordneten Drehantrieb, beispielsweise einem Fluidmotor versehen sein, der über eine im Gestänge nach außen führende Fluidleitung mit Antriebsfluid, beispielsweise einer Bohrflüssigkeit versorgt und durch Hin- und Herdrehen des Gestänges geschaltet wird. Da beim Geradeausbohren der Erdreichabbau mit Hilfe des Gestängeantriebs geschieht, braucht ein solcher Fluidmotor nur während des Kurvenbohrns eingeschaltet zu sein. Damit ist der Vorteil verbunden, daß einerseits beim Geradeausbohren kein teures Antriebsfluid erforderlich ist und andererseits beim Kurvenbohren das Erdreich abgebaut und nicht nur wie bei den Bohrgeräten mit einem Schrägflächenkopf ohne hydraulischen Abbau seitlich verdrängt wird. Die Bohrflüssigkeit kann im Bereich des Lenkkopfs austreten und als Schmier-, Kühl- oder Fördermittel oder bei entsprechend scharfem Strahl auch zum Erdreichabbau dienen.

Das drehbare Werkzeug läßt sich jedoch mit besonderem Vorteil in der Lenkposition auch mit Hilfe des Gestänges antreiben, wenn es entsprechende Verriegelungen zwischen Bohrgestänge, Bohrgestängekopf, Lenkkopf und Werkzeug sowie zwischen dem Bohrgestängekopf und Erdreich gibt.

Das Werkzeug läßt sich jedoch auch mit Hilfe eines im Innern des Bohrgestänges nach vorne geführten und dort mit einem separaten Antrieb verbundenen Innengestänges antreiben, das im Bereich des Gestängekopfs aus Abschnitten besteht, die über Kardangelenke miteinander verbunden sind und daher ein Auslenken des Gestängekopfs erlauben.

Bei allen vorstehend beschriebenen Varianten der erfindungsgemäßen Vorrichtung findet das Geradeausbohren mit koaxialem Lenkelement und rotierendem Gestänge statt. Um ein Kurvenbohren zu ermöglichen, wird das Bohrgestänge stillgesetzt und um einen bestimmten Winkel entgegen der Drehrichtung beim Geradeausbohren verstellt, um den Lenkkopf in bezug auf das Gestänge bzw. den Gestängekopf zu verstellen und gegebenenfalls durch ein gemeinsames Weiterdrehen des Gestänges mit dem Lenkkopf in die für das Bohren längs einer gekrümmten Bahn erforderliche Raumlage im Erdreich zu bringen. Der Übergang vom Geradeaus- zum Kurvenbohren vollzieht sich somit in einem Schritt, wenn sich der Lenkkopf nach einem alleinigen Drehen des Gestänges in bezug auf den Lenkkopf um einen bestimmten Winkel, den Umsteuerwinkel bereits in der erforderlichen Ausgangslage für das Kurvenbohren befindet, oder in zwei Schritten, wenn die Ausgangslage eine andere ist. Dann muß das Gestänge zusammen mit dem Lenkkopf noch um einen weiteren Winkel, den Positionswinkel, in die

vorgesehene Ausgangslage gedreht werden. In diesem Falle entspricht der Drehwinkel des Gestänges aus Umsteuerwinkel und Positionswinkel. Mit anderen Worten: Der Umsteuerwinkel, über den sich bei drehfest im Erdreich gehaltenen Lenkkopf nur das Gestänge dreht, und der Positionierwinkel, über den sich das Gestänge und der Lenkkopf gemeinsam drehen, ergeben den Drehwinkel, bei dem es sich um den Winkel zwischen der Raumlage des Lenkkopfs beim Geradeausbohren einerseits und die der Raumlage des Lenkkopfs zu Beginn des Kurvenbohrers andererseits handelt.

Grundsätzlich ist es aber auch möglich, daß das Gestänge drehfest mit dem Lenkkopf verbunden und gleichzeitig begrenzt drehbar in dem Gestängekopf gelagert ist. Es handelt sich dabei praktisch um eine kinematische Umkehrung, bei der der Gestängekopf die Funktion einer im Erdreich reibungsschlüssig festgehaltenen Lagerhülse übernimmt.

In dieser Position wird das Gestänge dann im Vorschubbetrieb längs einer durch die Lenkposition des Lenkkopfes bestimmten Kurvenbahn vorwärtsbewegt. Am Ende der vorgesehenen Kurvenbahn wird das Gestänge dann um den Umsteuerwinkel in die Geradeausposition, in der Lenkkopf und Gestängekopf bzw. vorderes Gestängeende fluchten, zurückgedreht und der Drehantrieb des Gestänges wieder eingeschaltet. Das Gestänge erfüllt demgemäß eine Doppelfunktion: es dient zum einen wie ein übliches Gestänge zum Geradeausbohren und zum anderen als Schaltelement beim Wechsel vom Geradeausbohren zum Kurvenbohren im Vorschubbetrieb und umgekehrt.

Die Erfindung wird nachfolgend anhand von in der Zeichnung dargestellten Ausführungsbeispielen des näheren erläutert. In der Zeichnung zeigen:

Fig. 1 eine Baugrube mit einem Bohrgerät, teilweise im Längsschnitt,

Fig. 2 zwei miteinander verbundene Gestängeabschnitte beim Kuppeln in einem axialen Längsschnitt,

Fig. 3 die Gestängeabschnitte der Fig. 2 in einer Draufsicht in ihrer Arbeitslage,

Fig. 4 eine der Fig. 2 entsprechende Darstellung einer anderen Gestängeverbindung,

Fig. 5 zwei leiterartige Gestängeabschnitte während des Kuppelns,

Fig. 6 zwei massive Gestängeabschnitte im gekuppelten Zustand in einer Seitenansicht, teilweise im Schnitt,

Fig. 7 eine Draufsicht auf die Gestängeabschnitte der Fig. 6,

Fig. 8 einen in einem Gestängekopf gelagerten stumpfen Lenkkopf in der Position Geradeausbohren,

Fig. 9 den Gestängekopf der Fig. 8 mit dem Lenkkopf in der Position Kurvenbohren,

Fig. 10 einen anderen Lenkkopf in der Position Geradeausbohren,

Fig. 11 den Lenkkopf der Fig. 10 in der Position Kurvenbohren,

Fig. 12 einen Bohrkopf mit einem exzentrisch im Gestängekopf gelagerten Lenkkopf,

Fig. 13 einen Gestängekopf mit schräg verlaufender Berührungsfläche zum Lenkkopf in der Position Geradeausbohren,

Fig. 14 den Lenkkopf der Fig. 13 in der Position Kurvenbohren,

Fig. 15 einen Lenkkopf mit einem angetriebenen Werkzeug,

Fig. 16 einen Gestängekopf mit Lenkkopf und einem angetriebenen Werkzeug in der Geradeausposition, teilweise im Schnitt,

Fig. 17 den Lenkkopf der Fig. 16 in der Lenkposition,

Fig. 18 einen konischen Lenkkopf in der Geradeausposition

tion und

Fig. 19 den Lenkkopf der Fig. 18 in der Lenkposition.

In einer Baugrube 1 im Erdreich 2 befindet sich ein Antriebsaggregat 3 mit einem im einzelnen nicht dargestellten, auf einer Lafette in Längsrichtung verfahrbaren Drehantrieb sowie einem Druck- und Zugantrieb sowie einem Schlag- und einem Vibrationsgerät. Das Gestänge 4 dient dazu, mit Hilfe eines als Abbauwerkzeug wirkenden Lenkkopfs 5 bis zu einer Zielgrube 6 eine Erdbohrung 7 zu schaffen. Das Gestänge 4 besteht aus einzelnen Gestängeabschnitten 8, die über Steckverbindungen 9 miteinander verbunden sind.

Um ein rasches zug-, druck- und drehfestes Verbinden zweier Gestängeabschnitte 8 miteinander zu ermöglichen, besitzt das vordere Ende 10 des anzukuppelnden Gestängeabschnitts 8 einen axial vorkragenden laschenartigen Ansatz 11. Dieser greift in das rückwärtige Ende 12 des vorausgehenden Gestängeabschnitts 8 gleitend ein, in dem sich stirnseitig eine längsschlitzartige Ausnehmung 13 befindet. Der Ansatz 11 weist auf seinen Seitenflächen 11a, 11b einen quer zur Längsmittelachse 14 vorkragenden zapfenartigen Vorsprung 15 auf. Die beiden Vorsprünge 15 besitzen seitliche Führungsflächen 15a. Jeder Vorsprung 15 ist in eine ausreichend tiefe, dem Abstand der Führungsflächen 15a entsprechend breite Nut 16 des Gestängeabschnitts 12 bis in eine Lagerbohrung 17 eingeschoben, in der die Vorsprünge 15 drehbar gelagert sind.

Die Gestängeabschnitte besitzen im Bereich ihrer Längsmittelachse 14 eine axiale Bohrung 18 für Medien oder auch für elektrische Leitungen. Die axiale Bohrung 18 im Gestängeabschnittsende 12 enthält eine Dichtbüchse 19. Diese ist von einer Druckfeder 20 belastet, so daß sie mit ihrer der Druckfeder 20 abgekehrten trichterförmigen bzw. konkaven Stirnfläche dichtend an der abgerundeten Stirnfläche des gekuppelten laschenartigen Ansatzes 11 anliegt. Haltestifte 21 begrenzen die Längsbewegung der Dichtbüchse 19.

Aus Fig. 2 ist ersichtlich, wie sich das Gestängeabschnittsende 10 beim Kuppeln in das Gestängeabschnittsende 12 einstecken und über einen Winkel  $\alpha$  aus der winkligen Einstecklage in die Betriebs- bzw. Strecklage der Fig. 3 verschwenken läßt.

Bei der Kupplung 9 gemäß Fig. 4 besitzt das Ende 10 des einen Gestängeabschnitts 8 ebenfalls einen laschenartigen Ansatz 11 und das Ende 12 des anderen Gestängeabschnitts 8 eine längsschlitzartige Ausnehmung 13, in die mit einem axial vorkragenden Dorn 22 der laschenartige Ansatz 11 gleitend eingreift. Der Dorn 22 ist in einen mit einer Bohrung 23 versehenen drehbaren Querbolzen 24 eingeschoben, der in Gelenkbohrungen quer zur Längsmittelachse 14 im rückwärtigen Teil der längsschlitzartigen Ausnehmungen 13 des Gestängeabschnitts 12 gelagert ist. Des weiteren besitzt der laschenartige Ansatz 11 einen in radialer Richtung vorkragenden Nocken 25. In der Strecklage (vgl. Fig. 3) greift dieser Nocken von oben her in eine Ausnehmung 26 in der Wandung des Endes 12 des anderen Gestängeabschnitts 8 sowie eine axiale Nase 27 im Ende 10 des anzukuppelnden Gestängeabschnitts 8 hinter eine komplementäre axiale Nase 28 an dem anderen Gestängeabschnitt 8, wenn der anzukuppelnde Gestängeabschnitt 8 nach dem Verschwenken in die Strecklage mit seinem Dorn 22 in der Ausnehmung 13 des anderen Gestängeabschnitts 8 bzw. in der Bohrung 23 des Querbolzens 24 axial nach rechts in Fig. 4 verschoben und auf diese Weise eine druck-, zug- und drehfeste Verbindung hergestellt wird. Dabei greift die Nase 28 in eine Ausnehmung 29 an der Nase 27 des anzukuppelnden Gestängeabschnitts 8 ein.

Das Gestänge kann auch leiterartig ausgebildet sein und aus Längsholmen 30 bestehen, die über Sprossen 31, 32, 33 miteinander verbunden sind (Fig. 5). Die Sprossen 32, 33

besitzen einen L-förmigen Querschnitt und dienen in Verbindung mit einem Kupplungskopf 34 am vorderen Ende des anzukuppelnden Gestängeabschnitts 8 zum Herstellen einer schub-, zug- und drehfesten Verbindung 9 (vgl. Fig. 6). Im gekuppelten Zustand bzw. in der Strecklage (Fig. 6, 7) greifen zwei Nasen 35, 36 des einen Gestängeabschnitts unter die beiden Kupplungssprossen 32, 33 des anderen Gestängeabschnitts und befindet sich die Kupplungssprosse 33 in einer Ausnehmung 37 des Kupplungskopfes 34.

Statt leiterartig können die Gestängeabschnitte 8 auch massiv ausgebildet sein; sie besitzen dann seitliche Vorsprünge 38 oder umlaufende Rippen und dazwischen befindliche Ausnehmungen 39 oder umlaufende Nuten (Fig. 6, 7).

Das Gestänge 4 besitzt an seinem vorderen Ende einen Gestängekopf 40, in dem der Lenkkopf 5 durch Drehen am Gestänge über den Umsteuerwinkel radial verstellbar gelagert ist. Wie sich aus der Darstellung in Fig. 8 ergibt, ist der Lenkkopf 5 als Werkzeug ausgebildet, mit einem rückwärtigen Zapfen 41 versehen und mit dem Gestängekopf 40 verbunden. Dieser Zapfen lagert in zwei axial voneinander entfernten Verstellexzentern aus je zwei radial ineinander gebauten Exzenterringen 42, 43. Dabei umschließt jeweils der äußere Exzenterring 43 den inneren mit dem Zapfen 41 fest verbundenen Exzenterring 42. Die als Lagerung des Zapfens 41 und zum radialen Verstellen des Zapfens 41 mit dem Lenkkopf 5 aus ihrer Mittellage dienenden Verstelllexzenter 43 sind Bestandteil eines Mantelrohrs 44, das den Zapfen 41 beim Geradeausbohren konzentrisch umgibt (Fig. 8). Die Exzenterringe 42 und 43 sind durch Rohrabschnitte 45 bzw. 46 miteinander verbunden und bilden somit paarweise je eine stabile Einheit.

Der Zapfen 41 ist mit dem Bohrgestänge 4 drehfest verbunden, während der Gestängekopf 40 und der Lenkkopf drehbar miteinander verbunden sind. Die Drehbarkeit zwischen dem Lenkkopf 5 und dem Gestängekopf ist jedoch, wie beispielsweise in Fig. 12 dargestellt auf den Umsteuerwinkel begrenzt, sobald dieser durchfahren ist, drehen sich der Lenkkopf und das Gestänge gemeinsam. Der Gestängekopf 40 wird beim Verstellen des Lenkkopfs bzw. während des Durchfahrens des Umsteuerwinkels durch die Erdrückreibung festgehalten; er kann jedoch zur Erhöhung der Reibung auch mit achsparallelen Rippen versehen sein.

Bei einem Verdrehen des Gestänges gegenüber dem vom Erdreich drehfest gehaltenen Gestängekopf 40 kommt es zu einer radialen Verlagerung um die Exzentrizität 48 von der in Fig. 8 dargestellten Geradeausposition in die in Fig. 9 dargestellte Lenkposition für eine Kurvenfahrt.

Eine andere Möglichkeit zum exzentrischen Verstellen des Lenkkopfs besteht darin, den Gestängekopf 40 als Exzenter auszubilden, d. h. mit einer über den Umfang unterschiedlichen Wanddicke zu versehen.

Bei dem Lenkkopf gemäß Fig. 10 ist die Berührungsfläche des Lenkkopfs 5 mit einer sphärischen Berührungsfläche 49 versehen; sie liegt an einer entsprechend geformten Ringfläche eines Mantelrohrs 50 mit einem Lagerring 51 an, in dem drehbar ein Exzenterring 52 gelagert ist. Der Exzenterring 52 ist starr mit dem Gestänge 4 verbunden. Der Lagerzapfen 53 besitzt zwei konvexe Wülste 54, 55, die in den komplementär konturierten Lagerring 51 und den ebenfalls komplementären Exzenterring 52 gelagert sind.

Beim Drehen des Exzenterrings 52 aus der in Fig. 10 dargestellten Lage in die in Fig. 11 dargestellte Lage dreht sich der Lagerzapfen 53 um eine Achse 56 in dem vorderen Lagerring 51 und nimmt die Längsachse 57 des Lenkkopfes 5 den Winkel 58 in bezug auf die Längsachse 59 des Gestängekopfes bzw. Mantelrohrs 50, das vom Erdreich festgehalten wird.

Bei dem Lenkkopf 5 gemäß Fig. 12 greift ein exzentrischer Lagerzapfen 60 in eine entsprechend exzentrische Lagerbohrung 61 eines Gestängekopfs 5 und ein in den Lenkkopf eingeschraubter Mitnehmerzapfen 62 in einen kreisbogenförmigen Schlitz 63 des Gestängekopfs 64 ein. Der Lagerzapfen 60 ist mit Hilfe von Spannstützen 65 in Ausnehmungen 66 gegen eine axiale Bewegung in der Gestängekopfbohrung 61 gesichert.

Das seitliche Auslenken des Lenkkopfs 5 geschieht nach einem Stillsetzen des Gestänges 4 mit dem Gestängekopf 64 – wie im Zusammenhang mit den Ausführungsbeispielen der Fig. 7 bis 12 beschrieben – durch Drehen des Gestänges entgegen dem Uhrzeigersinn, um einen Winkel, d. h. den Umsteuerwinkel, welcher der Länge des kreisbogenförmigen Schlitzes 63 entspricht, bis der Mitnehmerzapfen 62 am anderen Schlitzende angekommen ist. Dabei verlagert sich der Lenkkopf 5 um die Exzentrizität 67 zur Seite. Wenn sich der Lenkkopf dann noch nicht in der richtigen Raumlage für das Kurvenbohren (Lenkposition) befindet, werden das Gestänge 4 und der Lenkkopf gemeinsam noch um einen weiteren Winkel, den Positionierwinkel in die Lenkposition gedreht, die dem Beginn der vorgesehenen Kurvenbahn entspricht.

Wie in den Fig. 13 und 14 dargestellt, können die Berührungsflächen 68 zwischen dem Lenkkopf 5 und dem Bohrgestängekopf 69 auch schräg zu der Gestängekopf bzw. Gestängelängsachse 70 verlaufen. Bei einem Drehen am Gestänge entgegen dem Uhrzeigersinn bei vom Erdreich festgehaltenem Lenkkopf 5 bewegt sich der vom Erdreich festgehaltene Lenkkopf 5 aus der in Fig. 13 dargestellten koaxialen bzw. symmetrischen Lage in die in Fig. 14 dargestellte Lage für ein Kurvenbohren. Die Längsachsen 71 des Lenkkopfs und die Gestängekopflängsachse 70 schließen dann einen stumpfen Winkel 73 ein. Der Drehwinkel des Gestänges ergibt sich auch hier wie bei dem Ausführungsbeispiel gemäß Fig. 12 aus dem Zusammenwirken eines Mitnehmerzapfens und eines kreisbogenförmigen Schlitzes. In diesem Falle ist jedoch der Lagerzapfen des Lenkkopfes 5 anders als in dem Ausführungsbeispiel der Fig. 12 konzentrisch in dem Gestängekopf 69 gelagert.

Der Lenkkopf des Ausführungsbeispiels gemäß Fig. 15 unterscheidet sich von dem Lenkkopf gemäß Fig. 14 im wesentlichen nur dadurch, daß er mit einem um eine Achse 74 drehbaren Werkzeug 75 versehen ist, das von einem Fluidmotor 76 unabhängig von dem Bohrgestänge mit dem Gestängekopf 69 angetrieben wird. Der Fluidmotor wird über eine durch das Bohrgestänge und den Gestängekopf 69 geführte Leitung 77 von der Startgrube 1 aus mit Antriebsfluid, beispielsweise einem Wasser/Bentonit-Gemisch versorgt, das über Düsen 78 im Lenkkopf 5 austritt und als Schmiermittel dient.

Der besondere Vorteil dieses Ausführungsbeispiels besteht darin, daß es sich hier um einen aktiven Lenkkopf 5 handelt, bei dem das Werkzeug 75 während der Kurvenfahrt im Gegensatz zu den anderen dargestellten, passiven, d. h. nur Verdrängungsarbeit leistenden Lenkköpfen Abbauarbeit leistet. Diese Abbauarbeit kann auf die Kurvenfahrt beschränkt sein, so daß der Fluidmotor (Mud-Motor) während des Geradeausbohrens nicht in Betrieb ist und demgemäß der Verbrauch an teurem Antriebsfluid entsprechend gering ist. Damit ist ein erheblicher Kostenvorteil verbunden, weil Bentonit/Wasser-Gemische infolge ihres Feststoffanteils stark verschleißend wirken und das mit abgebautem Erdreich verunreinigte Gemisch beim Verlassen der Erdbohrung in der Startgrube aufgefangen und anschließend aufbereitet oder auch entsorgt werden muß.

Während des Geradeausbohrens kann den Düsen 78 über die Innenleitung 77 unter Umgehung des Fluidmotors ein

Spülmittel beispielsweise Wasser zugeführt werden, das bei entsprechend hohem Druck auch Abbauarbeit leisten kann. Mit dem Verdrehen bzw. Verstellen des Lenkkopfes nehmen die Düsen eine Winkellage in bezug auf die Längsachse 70 des Gestängekopfes ein; der sie verlassende Fluidstrahl leistet dann neben dem Werkzeug 75 zusätzliche Abbauarbeit längs der vorgesehenen Kurvenbahn.

Bei dem Ausführungsbeispiel der Fig. 16 und 17 besitzen das Bohrgestänge 4 und der Lenkkopf 5 mit einem Werkzeug 79 denselben, außerhalb des Erdreichs 2 bzw. in der Startgrube 1 angeordneten Drehantrieb, in Gestalt des Gestängeantriebs 3.

Im einzelnen ist das vordere Ende des Gestänges 4 drehbar in einem Gestängekopf 80 gelagert und über ein Kardangelenk 81 mit dem Lenkkopf 5 verbunden, der mit einer schräg zur Gestängekopfachse 80 verlaufenden Berührungsfläche 68 am Gestängekopf anliegt.

Der Lenkkopf 5 ist drehbar in einem Zwischenstück 82 gelagert, das mit Hilfe von Spannstiften 83 im Gestängekopf 80 fixiert ist. Das Zwischenstück 82 dient gleichzeitig als Lager für eine von dem Kardangelenk 81 zu dem Lenkkopf mit dem Werkzeug 79 führende Welle 84. Des weiteren besitzt der Gestängekopf 80 eine Rotationssicherung 85, die den Gestängekopf im Erdreich festlegt, wenn das Gestänge bei sich drehendem Lenkkopf im Vorschubbetrieb in das Erdreich gepreßt und/oder geschlagen wird.

Beim Geradeausbohren (Fig. 16) bilden das Gestänge 4, der Gestängekopf 80 und der Lenkkopf 5 mit dem Werkzeug 79 eine im Uhrzeigersinn rotierende koaxiale Baueinheit (Fig. 16). Gestänge 4, Gestängekopf 80 und Lenkkopf 5 sind dann drehfest miteinander verriegelt. Beim Übergang vom Geradeausbohren (Fig. 16) zum Kurvenbohren (Fig. 17) wird zunächst das Gestänge 4 stillgesetzt und die Rotationssicherung betätigt, d. h. der Gestängekopf im Erdreich verriegelt. Als dann wird der Lenkkopf 5 entgegen dem Uhrzeigersinn um den Positionierwinkel in die Lenkposition der Fig. 17 gedreht. Sobald die Lenkposition erreicht ist, treibt das Gestänge 4 im Vorschubbetrieb nur noch das Werkzeug 75 an, während der Gestängekopf 80 und der Lenkkopf 5 vom Erdreich drehfest gehalten werden.

Ein separater Antrieb für das Werkzeug bzw. den Lenkkopf empfiehlt sich immer dann, wenn der Lenkkopf 5 mehr oder weniger stumpf ausgebildet ist. Konische bzw. spitze Lenkköpfe, wie sie in den Fig. 18, 19 dargestellt sind, benötigen einen solchen Antrieb; sie lassen sich beim Kurvenbohren auch im reinen Vorschubbetrieb in das Erdreich pressen.

Der in den Fig. 18 und 19 dargestellte Lenkkopf 5 entspricht im wesentlichen dem in den Fig. 13 und 14 dargestellten Lenkkopf und ist daher in gleicher Weise beziffert; er ist demgegenüber lediglich spitz-konisch ausgebildet und mit die Erdreichreibung erhöhenden Vorsprüngen 86 versehen.

#### Patentansprüche

1. Vorrichtung zum Richtungsbohren im Erdreich mit
  - einem außerhalb des Erdreichs angeordneten Gestängeantrieb (3),
  - einem in beiden Drehrichtungen drehfesten Bohrgestänge (4) und
  - einem im Gestänge um einen Umsteuerwinkel begrenzt drehbar gelagerten, radial verstellbaren Lenkkopf (5).
2. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Positionierwinkel des Lenkkopfs (5) mit Hilfe eines in einen kreisbogenförmigen Schlitz (63) des Gestängekopfs (40, 64, 69) eingreifenden Mit-

nehmerstift (62) begrenzt ist.

3. Vorrichtung nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß das Gestänge (4) aus mehreren drehfest miteinander verbundenen Abschnitten (8) besteht.

4. Vorrichtung nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Gestängeabschnitte (8) über eine Steckverbindung (9) miteinander verbunden sind.

5. Vorrichtung nach Anspruch 3 oder 4, dadurch gekennzeichnet, daß das Gestänge (4) aus mit Ausnehmungen (30; 39) und/oder Vorsprüngen (38) versehenen Gestängeabschnitten (8) besteht.

6. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 3 bis 5, gekennzeichnet durch eine formschlüssige Steckverbindung (9).

7. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 3 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß die Gestängeabschnitte (8) am einen Ende einen axialen Ansatz (11) mit einem seitlichen Vorsprung (15) sowie am anderen Ende eine längsschlitzartige Ausnehmung (13) für einen axialen Ansatz sowie eine Nut (16) und eine Bohrung (17) für den seitlichen Vorsprung besitzen.

8. Vorrichtung nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß der seitliche Vorsprung (15) mit seitlichen Führungsflächen (11a, 11b) versehen ist und sich in einer sich quer zur Längsmittelachse (14) des Gestängeabschnitts (8) erstreckenden Nut (16) eines Gestängeabschnitts bis in eine Lagerbohrung (17) einschieben läßt.

9. Vorrichtung nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß die Gestängeabschnitte (8) am einen Ende (10) mit einem axialen Dorn (22) und am anderen Ende (12) mit einem Querbolzen (24) mit einer Durchgangsbohrung (23) für die Aufnahme eines Dorns versehen sind und der Querbolzen in Gelenkbohrungen (24) quer zur Längsmittelachse (14) drehbar gelagert ist.

10. Vorrichtung nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, daß die Gelenkverbindung einen im gekuppelten Zustand in eine Ausnehmung (26) eingreifenden radialen Nocken (25) und zwei komplementäre axiale Nasen (27, 28) besitzt.

11. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 3 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß bei der Steckverbindung zwei Nasen (35, 36) eines Kupplungskopfes (34) je einen Querriegel (32, 33) untergreifen und der Kupplungskopf einen der Querriegel (33) U-förmig übergreift.

12. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 11, dadurch gekennzeichnet, daß der Lenkkopf (5) mit einem Zapfen (41) in mindestens einem Exzenterring (43) gelagert und der Exzenterring mit dem Gestänge (4) verbunden ist.

13. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 11, dadurch gekennzeichnet, daß der Lenkkopf (5) um eine quer zur Gestängeachse (59) verlaufende Achse verschwenkbar in einem Lagerring (51) des Gestängekopfes (50) und einem im Gestängekopf drehbar gelagerten, mit dem Gestänge (4) drehfest verbundenen Exzenterring (52) gelagert ist.

14. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 11, dadurch gekennzeichnet, daß der Lenkkopf (5) mit einem exzentrischen Zapfen (60) in einem Gestängekopf (64) begrenzt drehbar gelagert ist.

15. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 11, dadurch gekennzeichnet, daß der Lenkkopf (5) mit einem exzentrischen Zapfen (60) exzentrisch in einem Gestängekopf (64) gelagert ist.

16. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 11,

dadurch gekennzeichnet, daß die Berührungsfläche zwischen einem mit dem Gestänge (4) drehfest verbundenen Gestängekopf (69) und dem Lenkkopf (5) schräg in bezug auf die Gestängekopfachse (70) verläuft.

17. Vorrichtung nach Anspruch 16, dadurch gekennzeichnet, daß der Lenkkopf mit einem drehbaren, von einem Fluidmotor (76) angetriebenen Werkzeug (75) versehen ist. 5

18. Vorrichtung nach Anspruch 16, dadurch gekennzeichnet, daß das Gestänge (4) in einem Gestängekopf (80) drehbar gelagert und über ein Kardangelenk (81) mit dem Werkzeug (79) verbunden, der Lenkkopf (5) und das Werkzeug bei coaxialer Anordnung mit dem Gestängekopf und dem Gestänge in einer Drehrichtung drehfest verbunden sind, und daß das Werkzeug (79) in der Gegenrichtung nur mit dem Gestänge (4) drehfest verbunden ist. 10 15

19. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 16, dadurch gekennzeichnet, daß der Lenkkopf (5) mit Erdreich abbauenden Vorsprüngen versehen ist. 20

20. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 19, dadurch gekennzeichnet, daß der Lenkkopf zumindest einen größeren Basisdurchmesser besitzt als das Gestänge.

21. Verfahren zum Richtungsbohren, bei dem sich ein an seiner Spitze mit einem Lenkkopf versehenes angetriebenes Bohrgestänge rotierend geradeaus in das Erdreich bewegt, bei einem Wechsel vom Geradeaus zum Kurvenbohren die Gestängerotation unterbrochen, das Gestänge über einen Drehwinkel in der Gegenrichtung gedreht, dabei der Lenkkopf in eine exzentrische Lage gebracht und in dieser Lage das Gestänge in das Erdreich gepreßt und/oder geschlagen wird. 25 30

22. Verfahren nach Anspruch 21, dadurch gekennzeichnet, daß nach dem Drehen des Gestänges über einen Umsteuerwinkel das Gestänge und das Werkzeug gemeinsam in die Lenkposition weitergedreht werden. 35

23. Verfahren nach Anspruch 21 oder 22, dadurch gekennzeichnet, daß mit Hilfe des Gestänges ein drehbares Werkzeug am Lenkkopf angetrieben wird. 40

24. Verfahren nach Anspruch 21 oder 22, dadurch gekennzeichnet, daß ein am Lenkkopf angeordnetes drehbares Werkzeug mit Hilfe eines Fluidmotors angetrieben wird.

25. Verfahren nach einem der Ansprüche 21 bis 23, dadurch gekennzeichnet, daß am Lenkkopf befindliche Düsen mit einem Fluid versorgt werden. 45

---

Hierzu 16 Seite(n) Zeichnungen

---

50

55

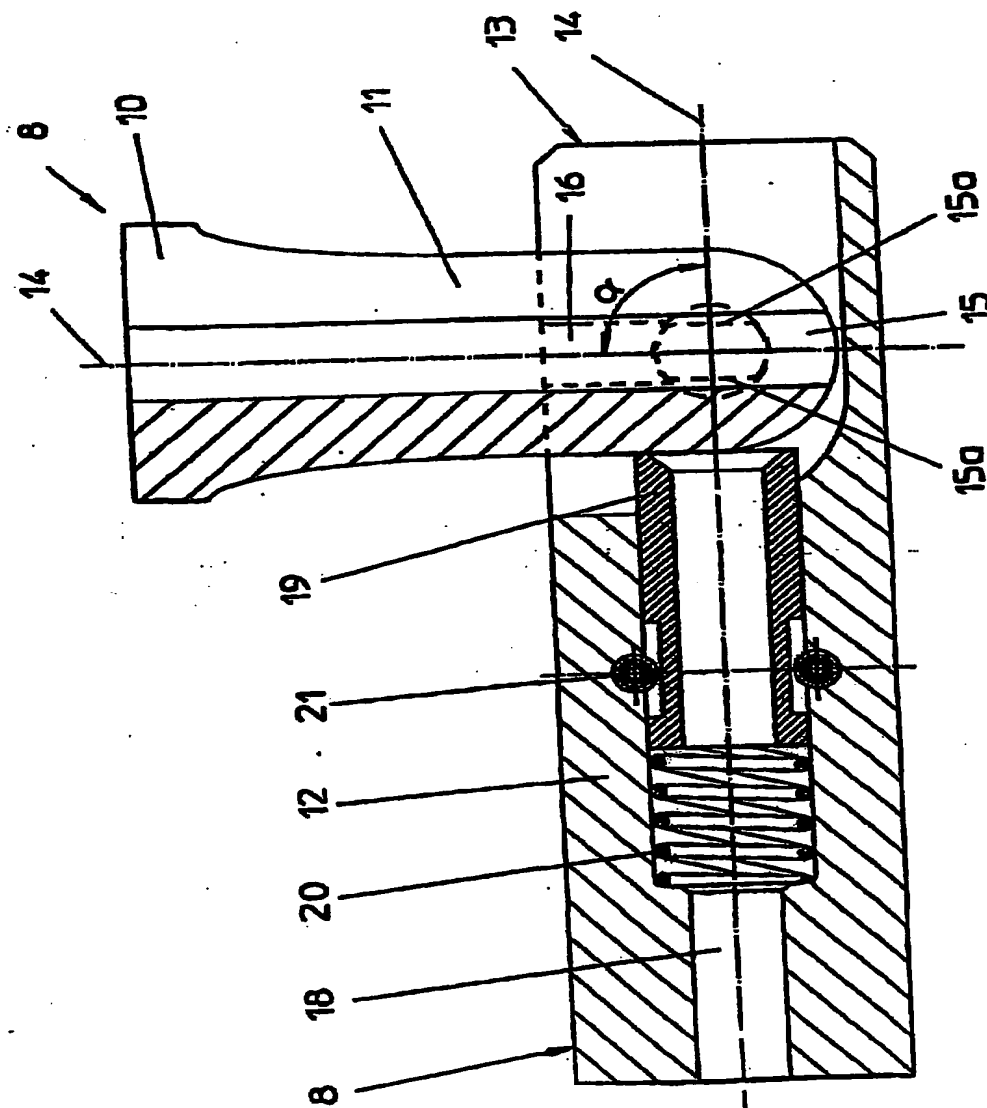
60

65





**Fig 2**



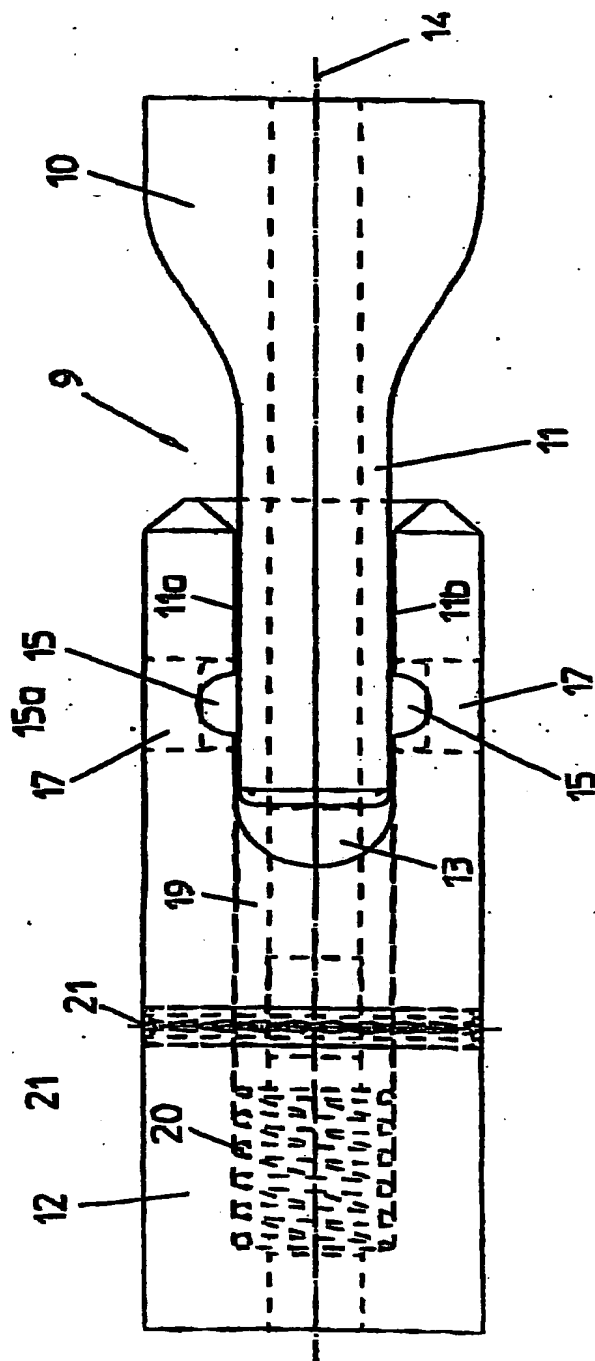
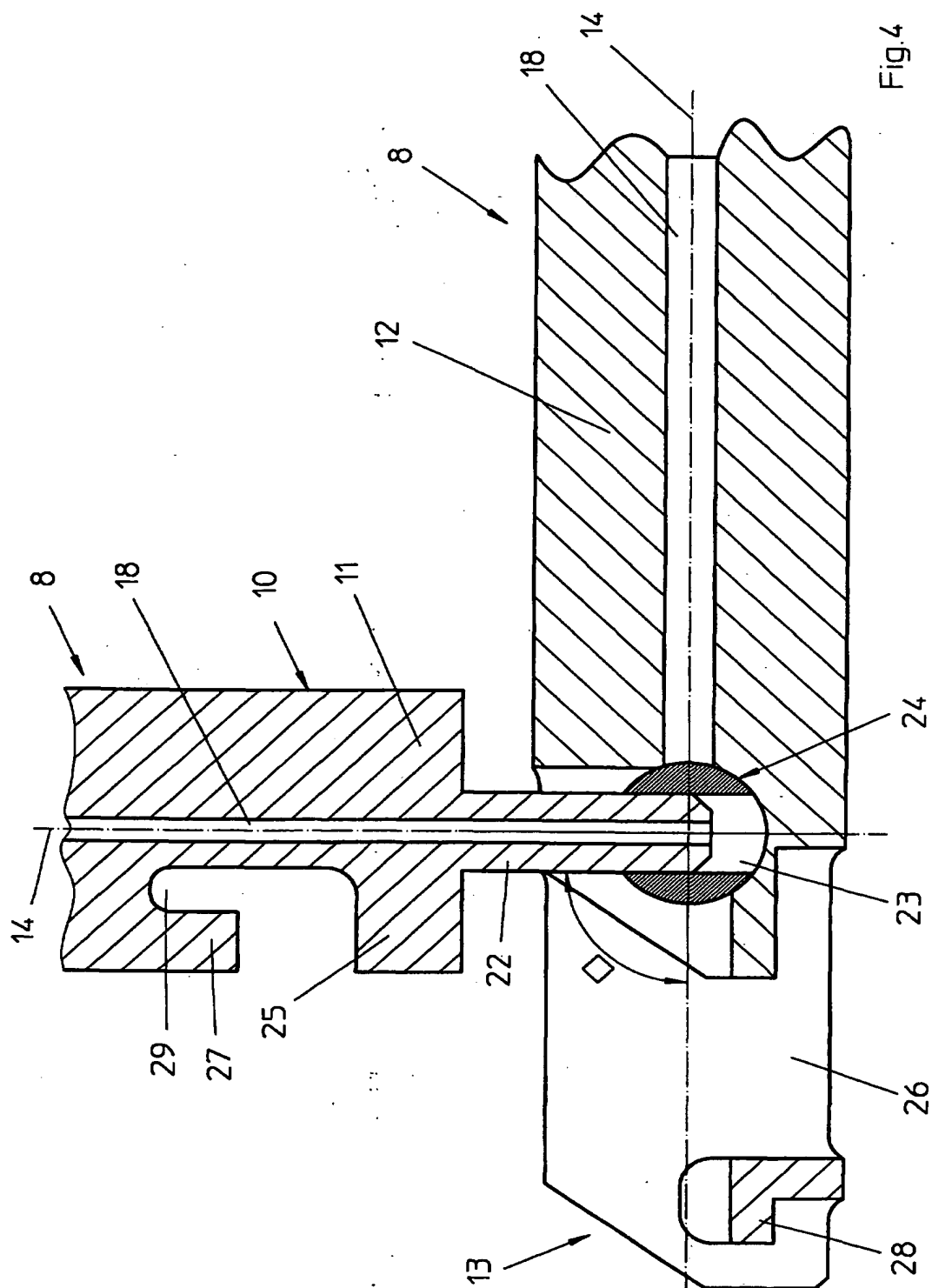


Fig. 3



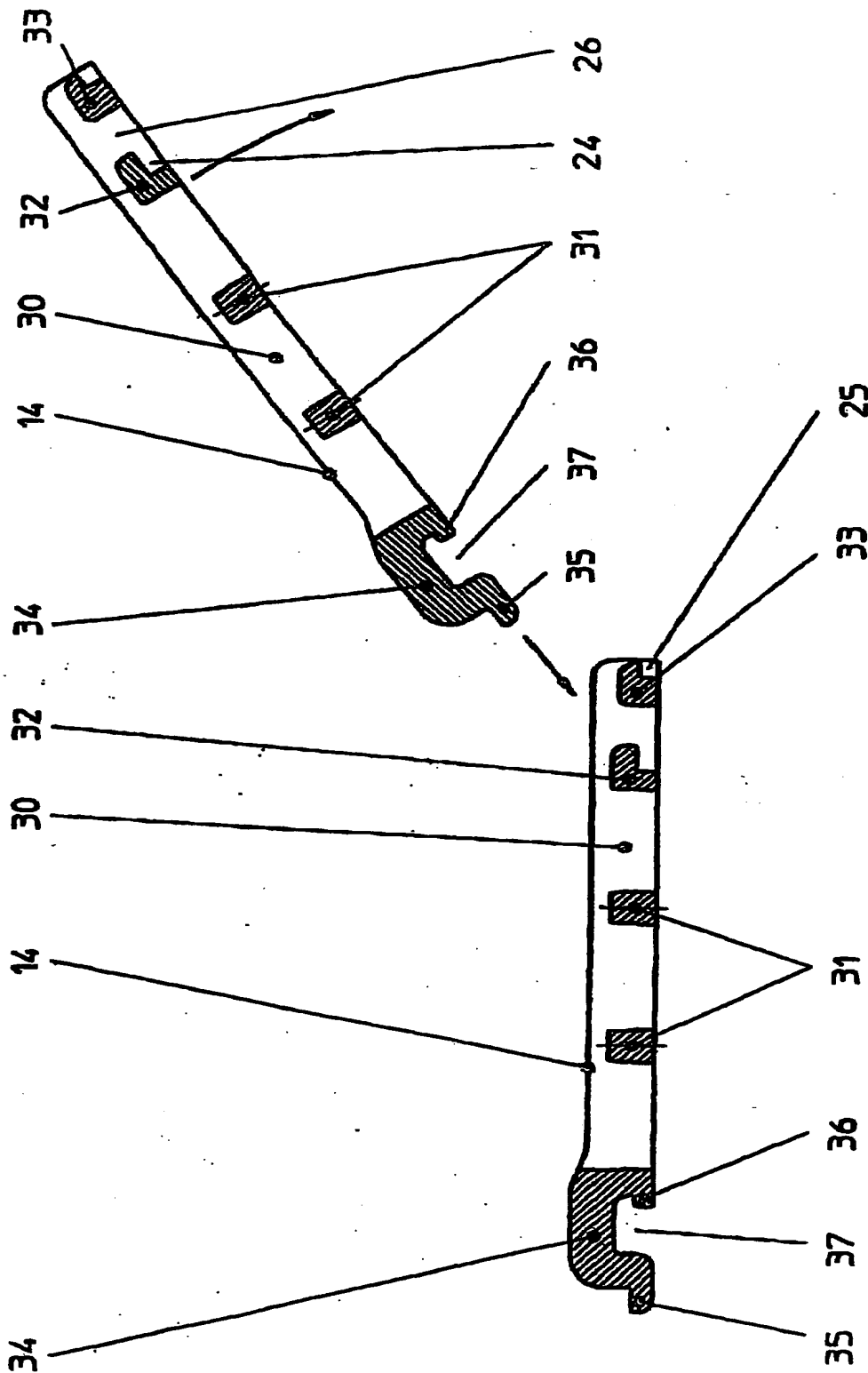


Fig. 5

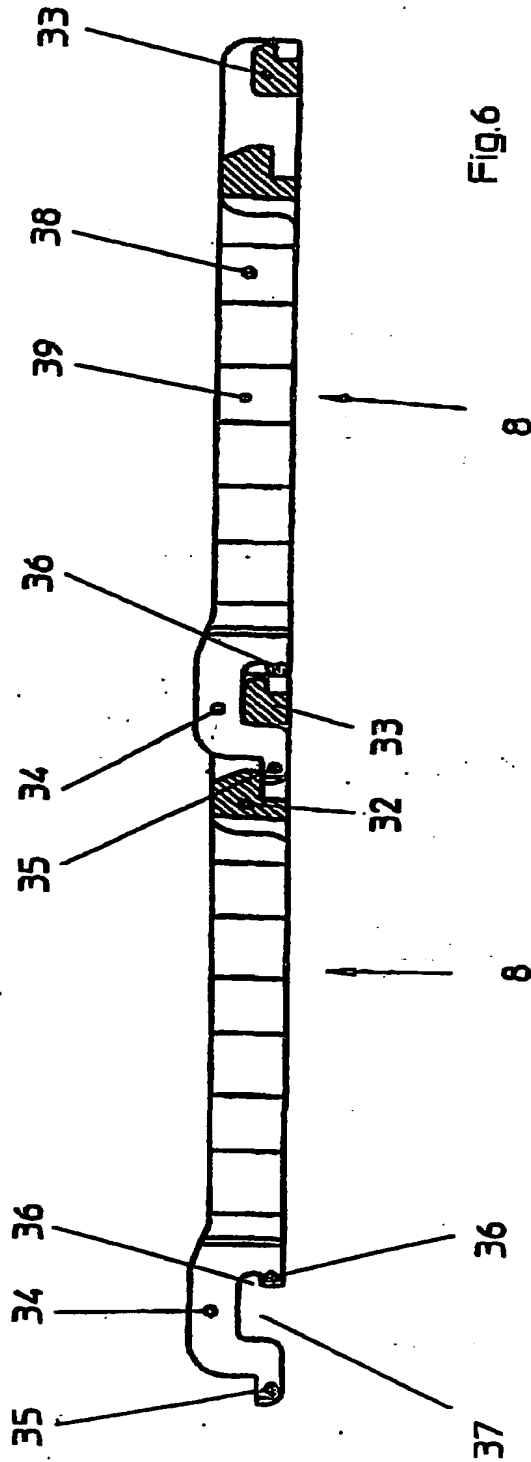


Fig. 6

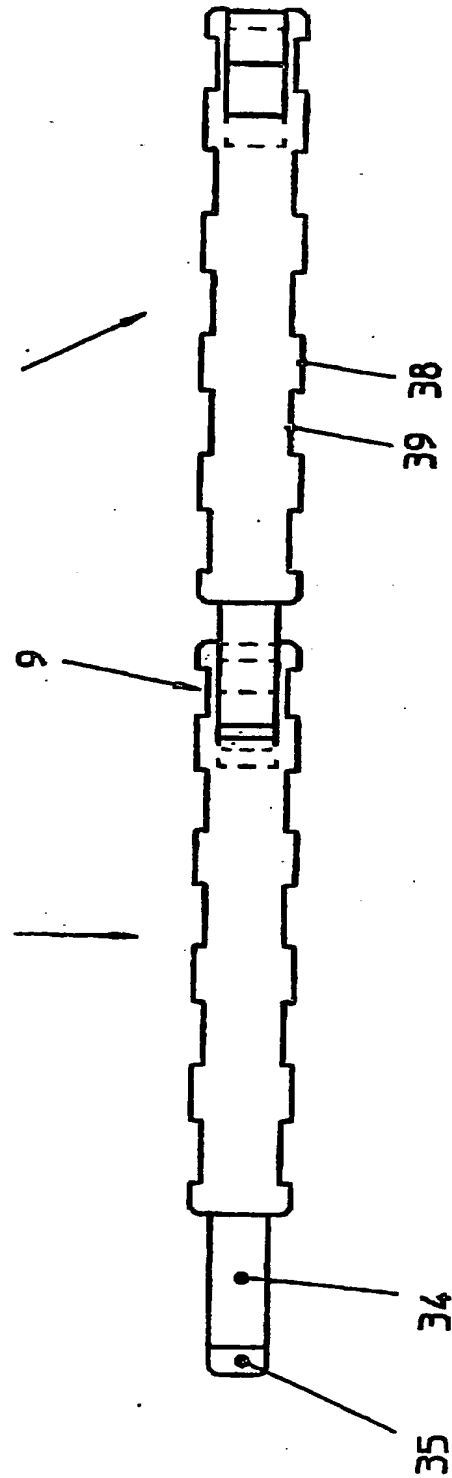


Fig. 7

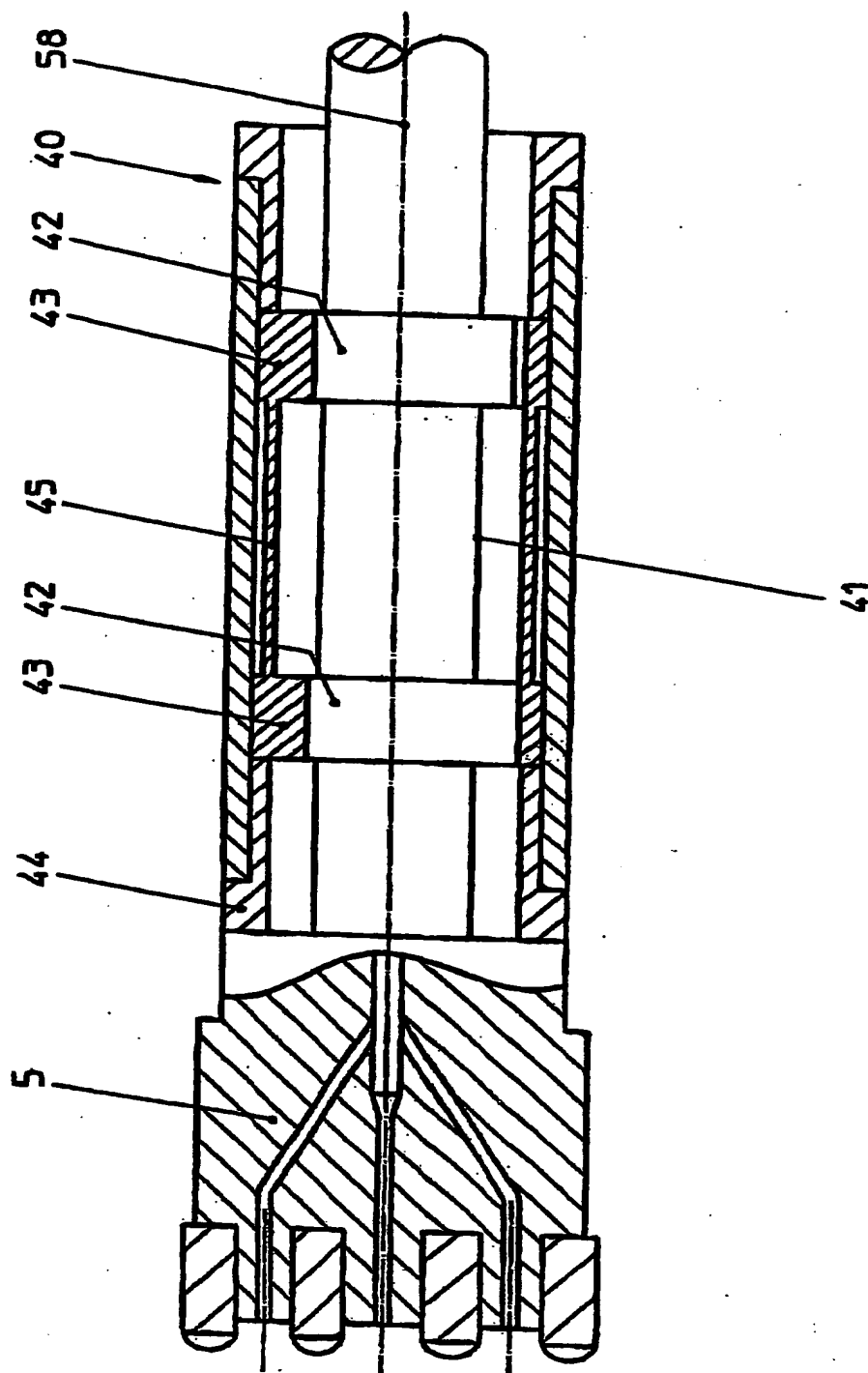


Fig. 8

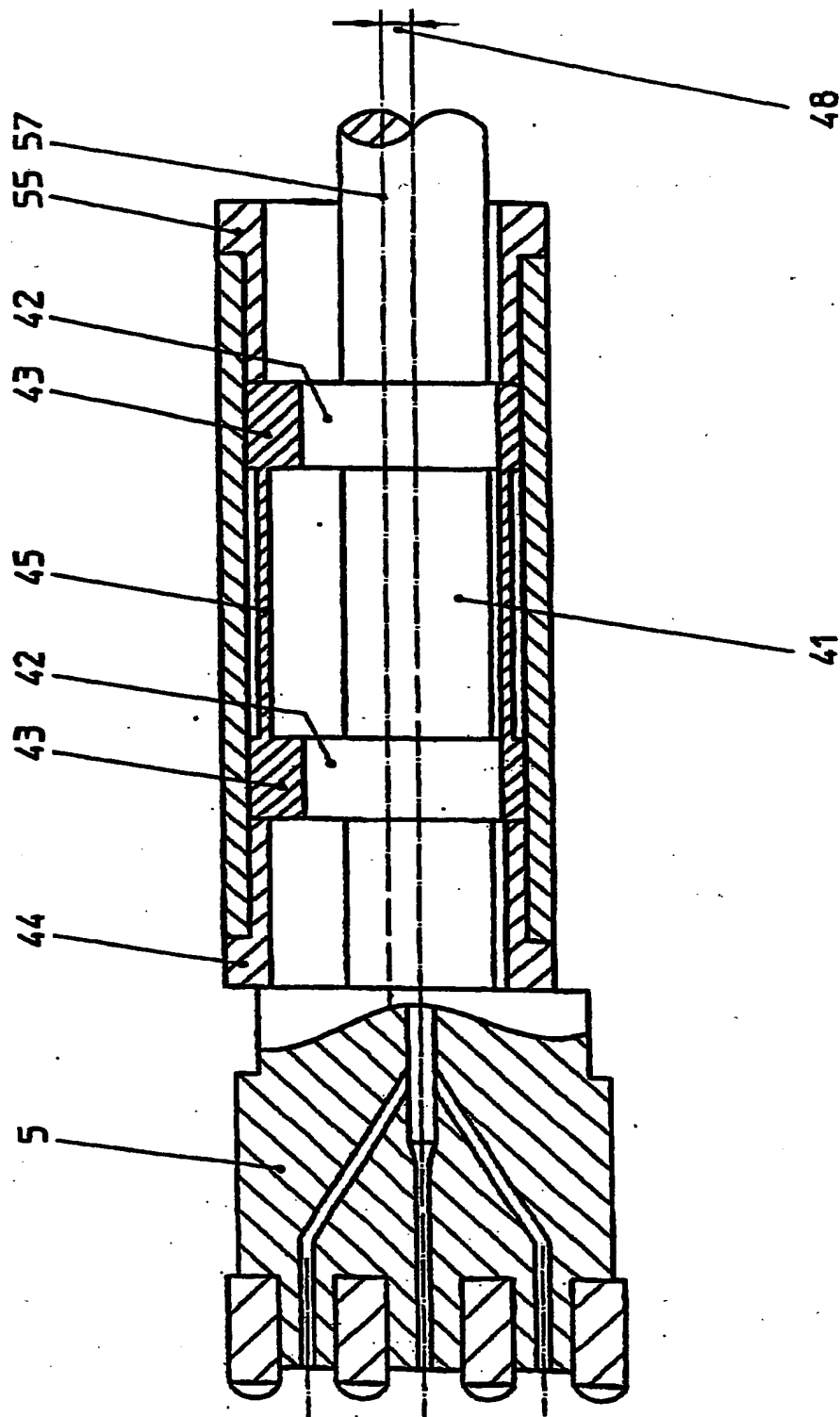
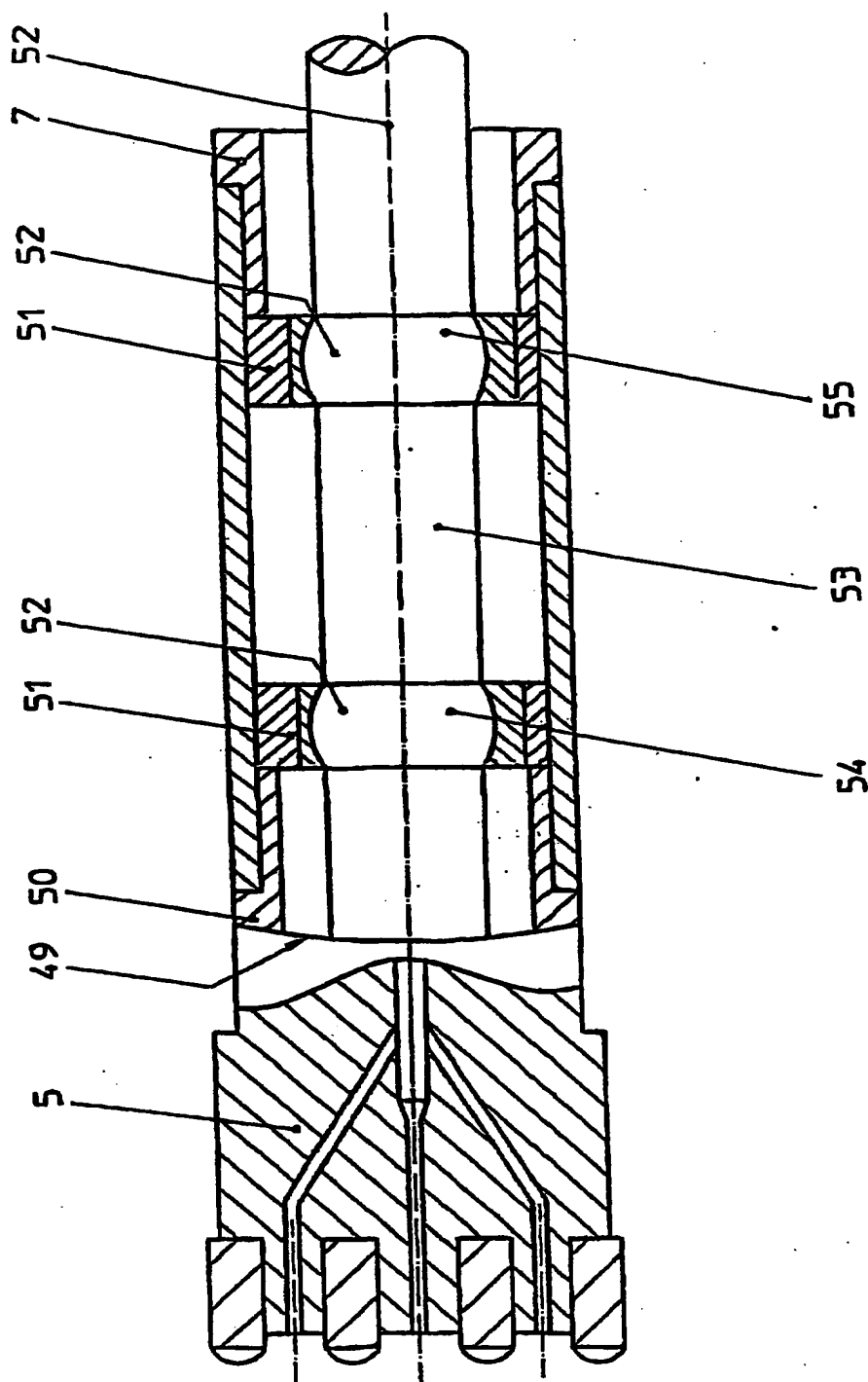
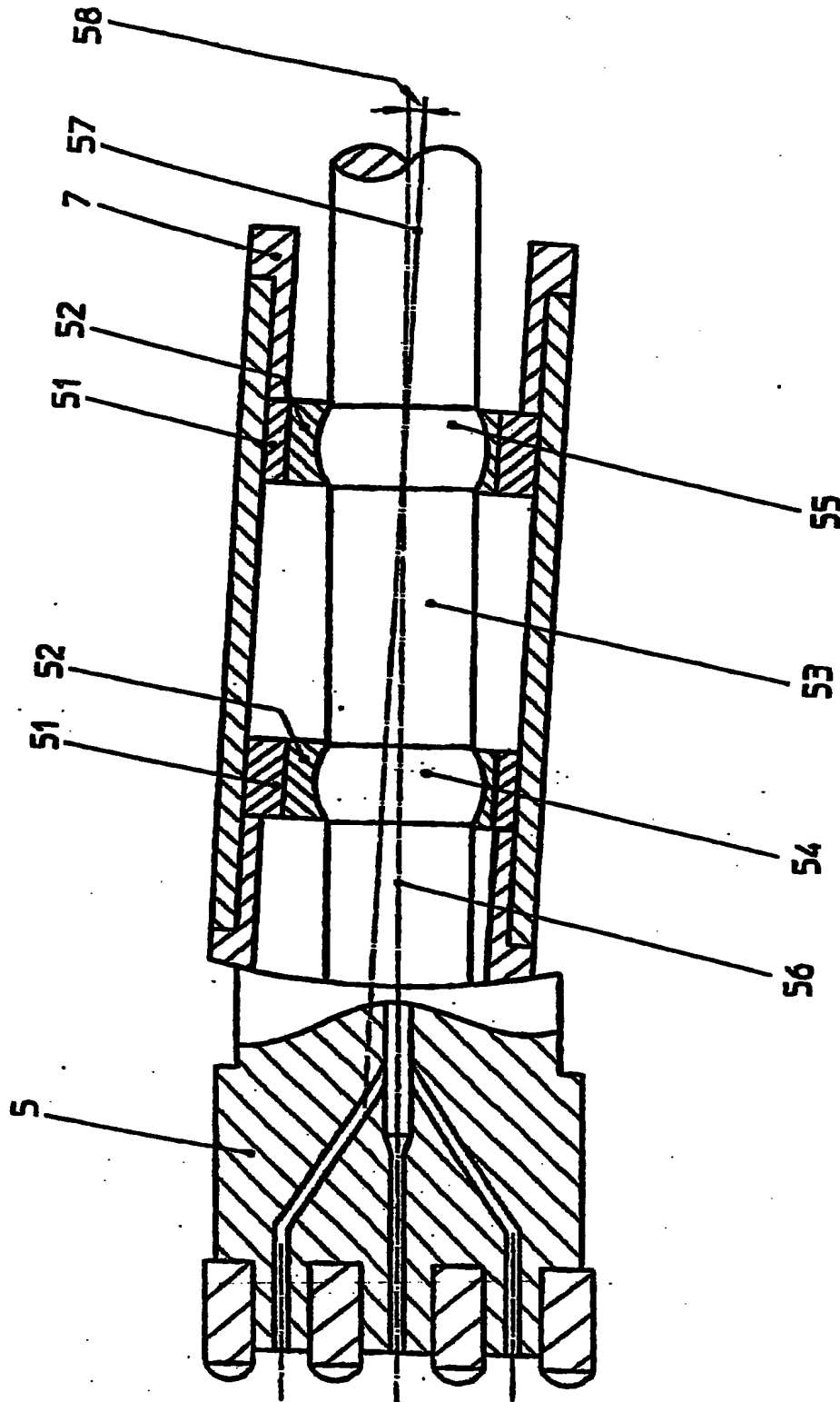


Fig. 9







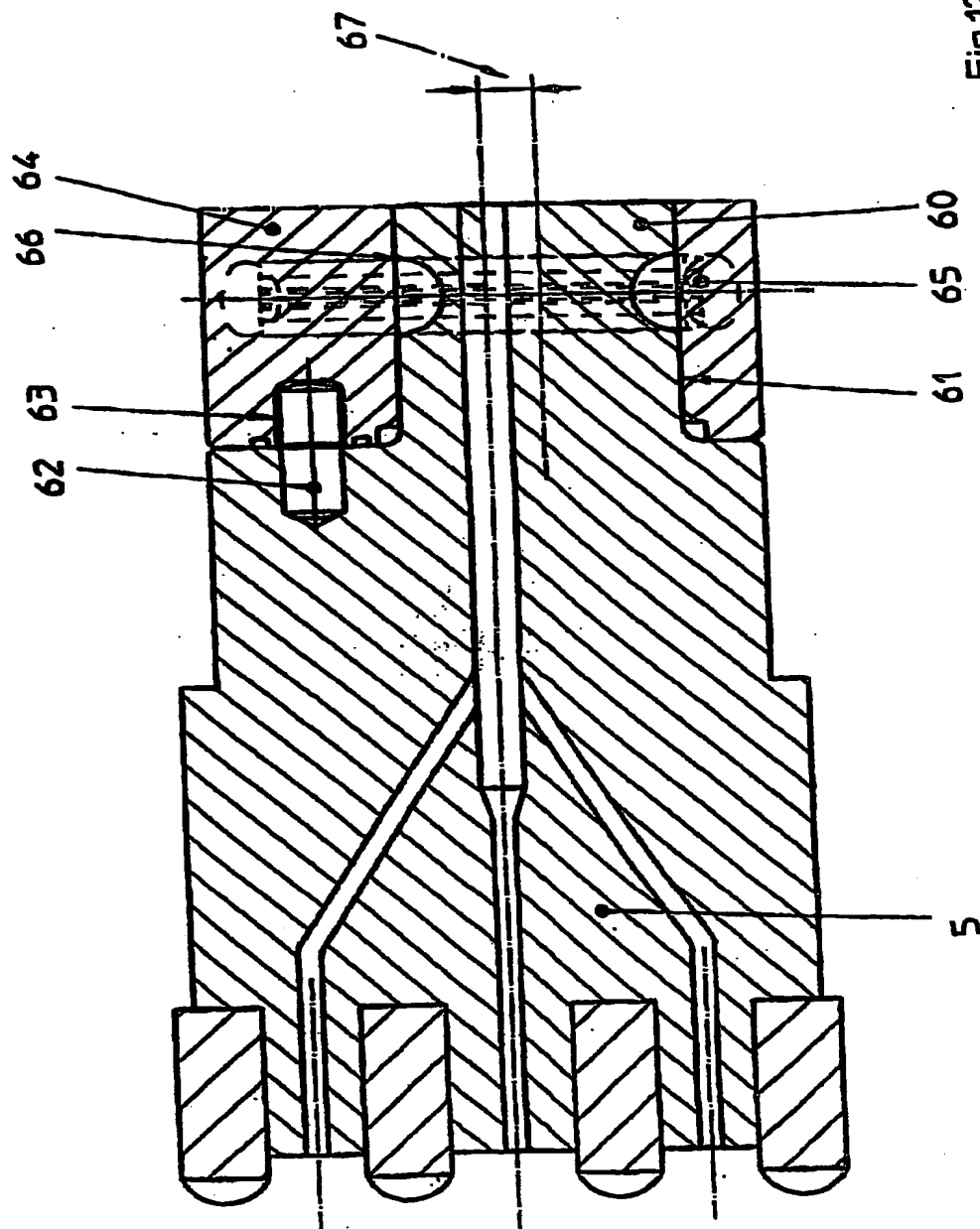
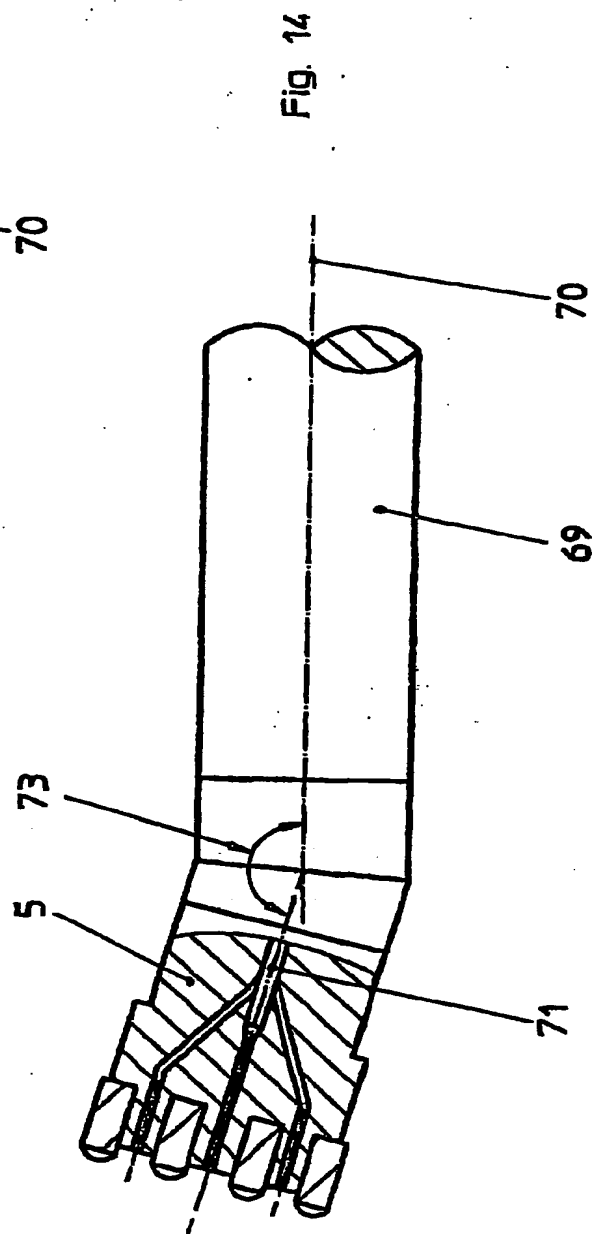
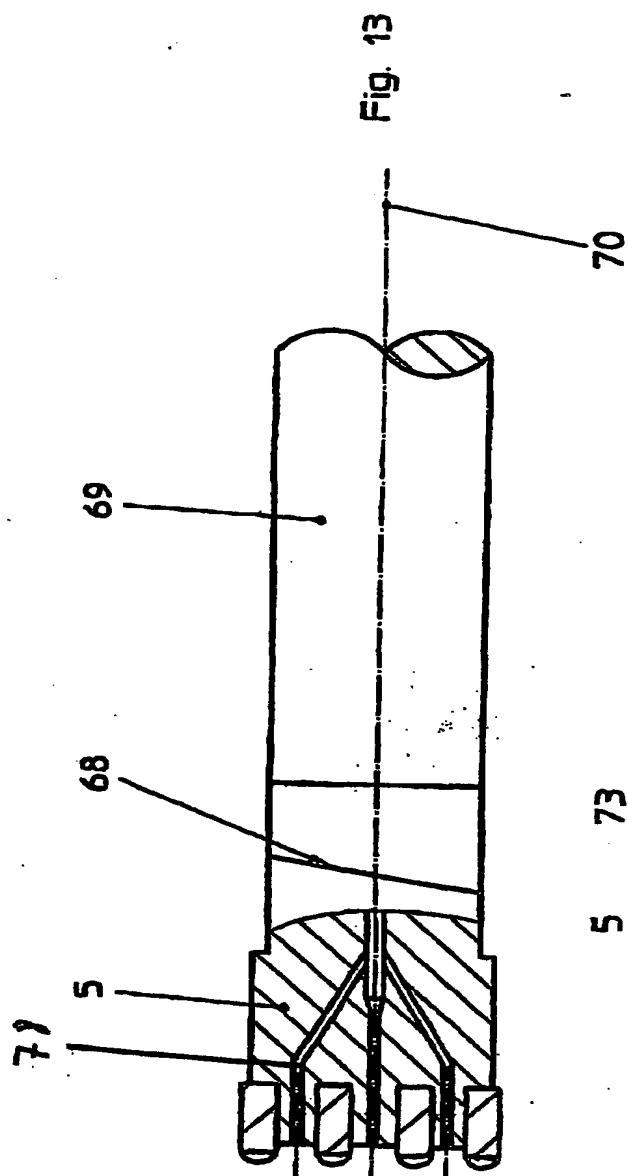


Fig.12



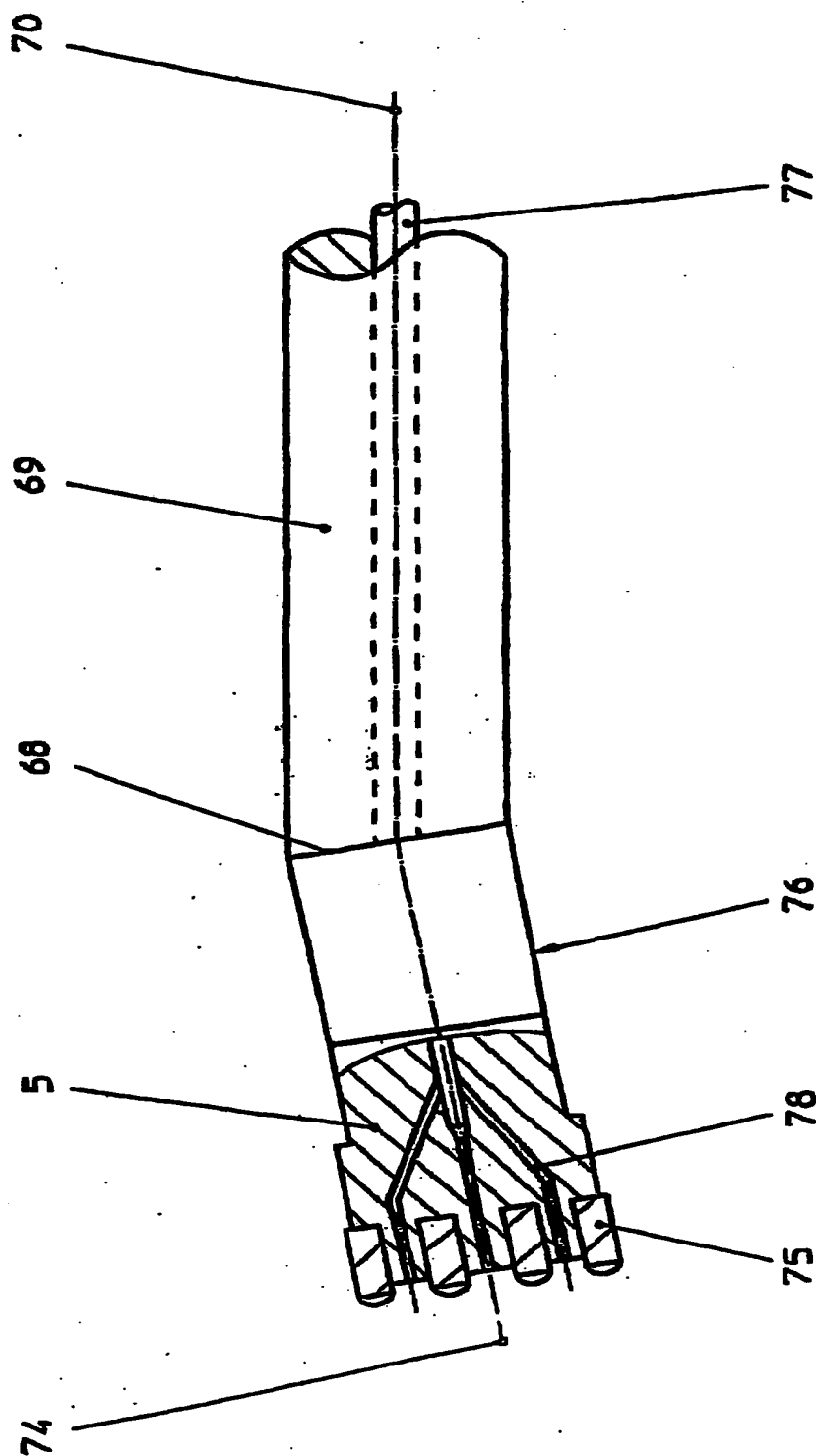


Fig. 15

Fig.16

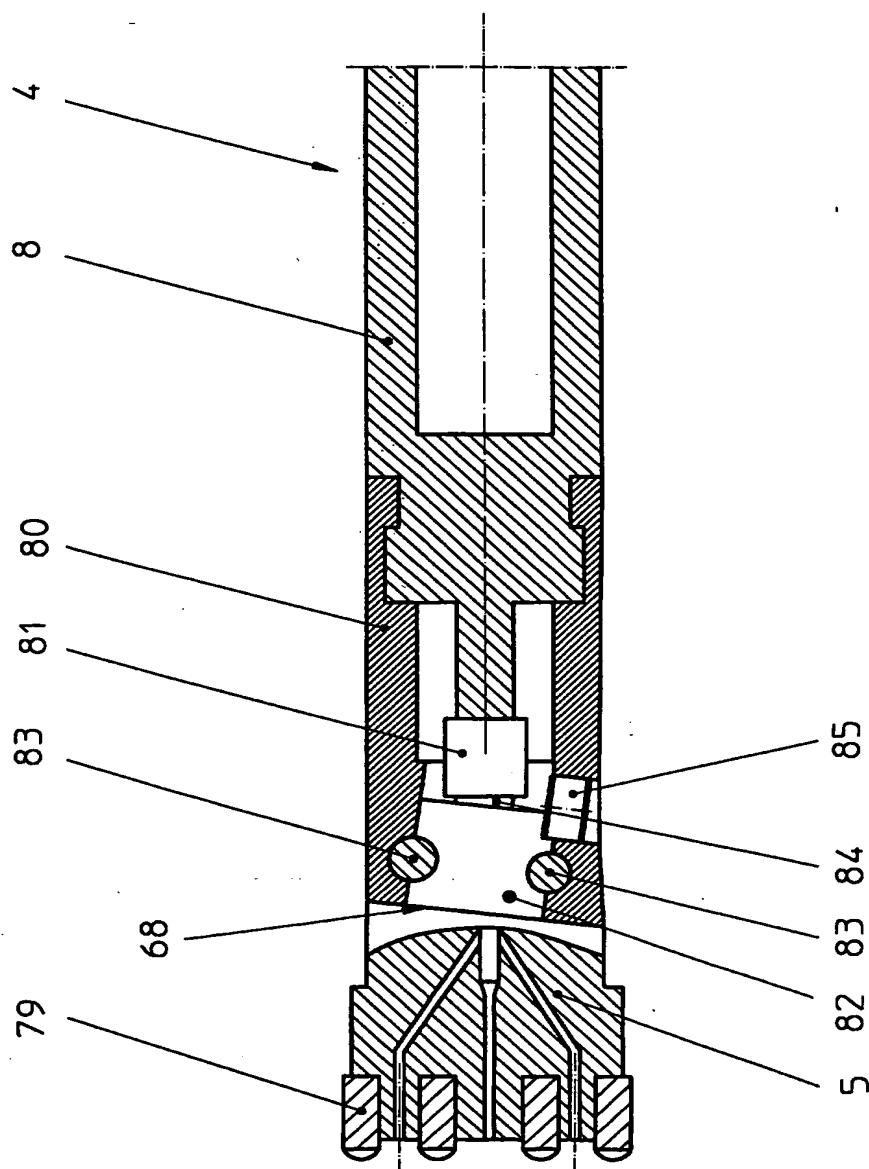


Fig. 17

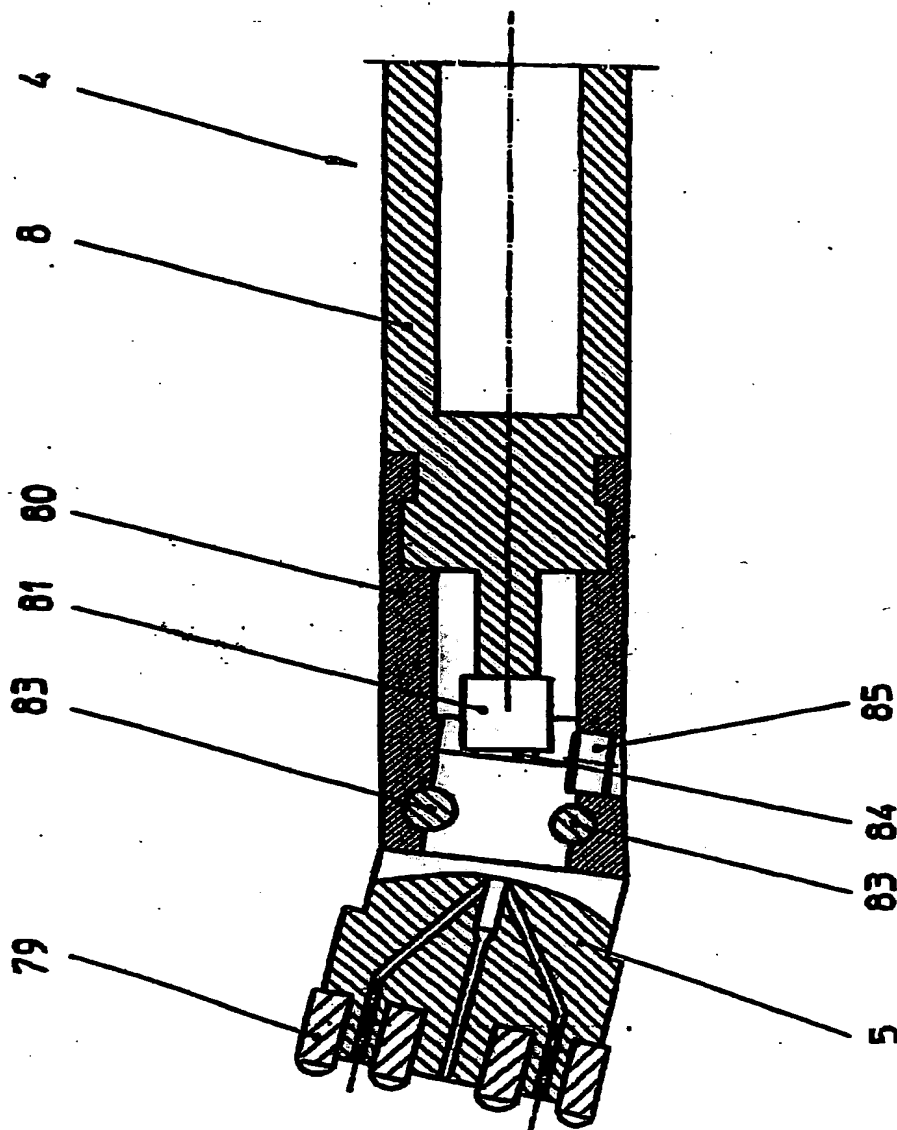


Fig 18

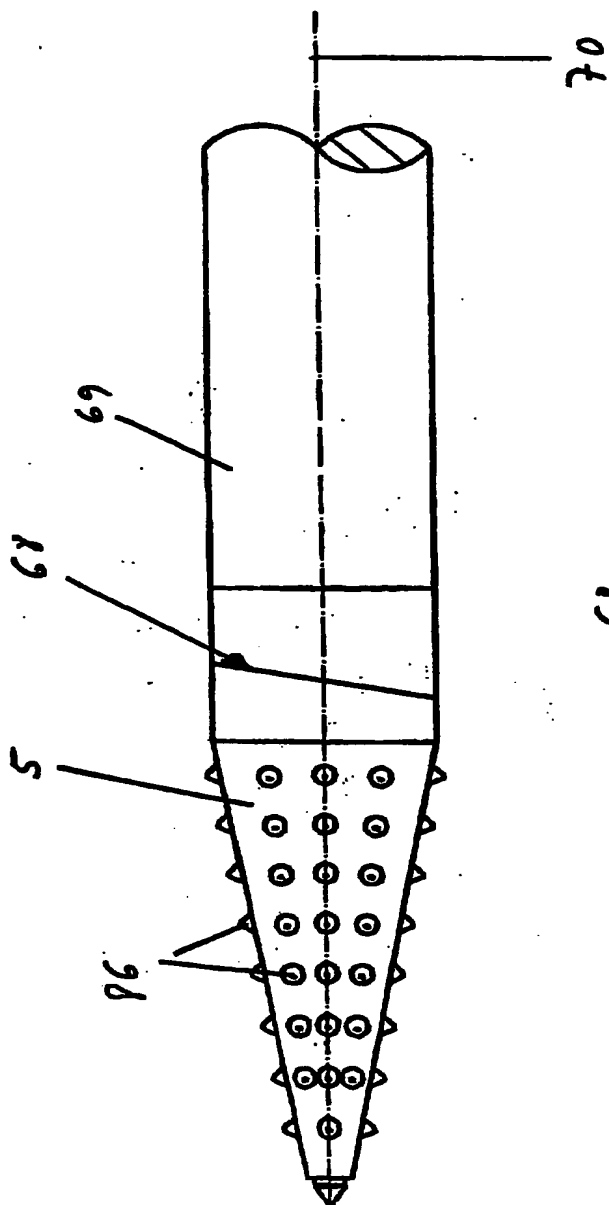


Fig 19

